

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-188822

(43)Date of publication of application : 23.07.1996

(51)Int.Cl.

C21D 1/52

(21)Application number : 07-001408 (71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

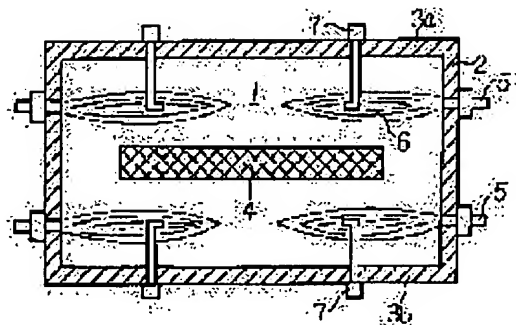
(22)Date of filing : 09.01.1995 (72)Inventor : FUJIOKA MASATO  
HASE MASATAKA

## (54) METHOD FOR BURNING IN HEATING FURNACE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To uniformize the temp. distribution in a furnace in a burner axial direction, to lower the max. temp. in burner flames and to restrain the producing of NO<sub>x</sub> by specifying blowing quantity of assist gas, at the time of executing rapid heating to a material to be heated by using the assist gas of the high temp. air or the high concd. oxygen and dispersion-buring fuel with the burners and nozzles for blowing in the furnace.

**CONSTITUTION:** The outer shell of a zone 1 in the heating furnace is constituted with furnace side walls 2, a furnace upper part wall 3a and a furnace lower part wall 3b made of refractories, and plural burners 5 are arranged at the upper and the lower parts of the material 4 to be heated in the furnace longitudinal direction of the furnace side walls 2. The fuel and the high temp. air or the high concd. oxygen are supplied into the burners 5 through pipings to form the burner flame 6 in the heating furnace zone 1. Further, the necessitated to the combustion or 10-40% of the assist gas is blown in the downstream direction of the burner from the nozzle 7 for blowing in the furnace arranged near the peak point of the flame temp. at the center part of the burner flame 6.



Document 2 (Japanese Patent No. 3337584)

Registered: November 16, 2007

Japanese Patent Application No. 7-1408

Filed: January 9, 1995

Claim 1.

A method of combustion in a heating furnace for heating a to-be-heated material by using a combustion-support gas of high-temperature air or high-concentration oxygen and by conducting the combustion in a divided manner in the burner and at a nozzle for blowing into the furnace, wherein:

the nozzle for blowing into the furnace is disposed near a peak temperature point in the furnace on a center axis of the burner, 10 to 40% of the fuel or the combustion-support gas necessary for the combustion is fed to the downstream direction of the burner from the nozzle for blowing into the furnace, and the remainder of the fuel and the combustion-support gas is fed from the burner.

[0018]

Optimum conditions for blowing into the furnace were investigated by using COG (coke oven gas, net calorific value of 4320 kcal/Nm<sup>3</sup>) as a fuel, using pure oxygen (oxygen concentration of 99.9% or higher) as a combustion-support gas, setting the oxygen ratio (ratio of the measured amount of oxygen and the stoichiometric oxygen amount) to be 1.05 at the bottom of the experimental combustion furnace, and varying the blowing conditions in the furnace (kind and amount of fluid blown into the furnace, and position and direction of the nozzle 7 for blowing into the furnace) for accomplishing both uniform distribution of temperature in the furnace and low NO<sub>x</sub>.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-188822

(43) 公開日 平成8年(1996)7月23日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

C 21 D 1/52

識別記号

P  
R

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-1403

(22) 出願日 平成7年(1995)1月9日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 藤岡 政人

北九州市戸畑区大字中原46-59 新日本製

鐵株式会社機械・プラント事業部内

(72) 発明者 長谷 政幸

北九州市戸畑区大字中原46-59 新日本製

鐵株式会社機械・プラント事業部内

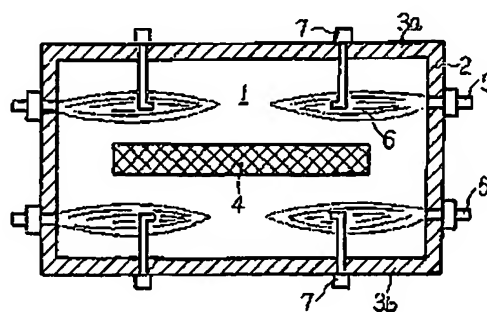
(74) 代理人 弁理士 茶野木 立夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 加熱炉の燃焼方法

(57) 【要約】

【目的】 燃料を高温空気もしくは高濃度酸素の支燃ガスで燃焼して、被加熱材の急速加熱を行う加熱炉において、NO<sub>x</sub>の生成を抑制すると同時に、被加熱材の均一加熱に必要なフラットな炉温分布を確保する。

【構成】 高温空気もしくは高濃度酸素の支燃ガスを使用して、燃料をバーナと炉内吹き込みノズルとで分散燃焼して、被加熱材の加熱を行う加熱炉の燃焼方法において、該炉内吹き込みノズルを、前記バーナの中心軸線上の炉内温度のピーク点近傍に配置し、該炉内吹き込みノズルから、燃焼に必要な燃料もしくは支燃ガスの10～40%を、バーナの下流方向に供給すると共に、残りの燃料と支燃ガスをバーナから供給する。



(2)

特開平8-188822

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高温空気もしくは高濃度酸素の支燃ガスを使用して、燃焼をバーナと炉内吹き込みノズルとで分散燃焼して、被加熱材の加熱を行う加熱炉の燃焼方法において、前記炉内吹き込みノズルを、前記バーナの中心軸線上の炉内温度のピーク点近傍に配置し、該炉内吹き込みノズルから、燃焼に必要な燃料もしくは支燃ガスの10～40%を、バーナの下流方向に供給すると共に、残りの燃料と支燃ガスをバーナから供給することを特徴とする加熱炉の燃焼方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はスラブ、ビレット、ストリップ等の被加熱材を、高温燃焼バーナで所定の目標温度まで加熱する加熱炉、熱処理炉等（以下加熱炉と総称する）の燃焼方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の加熱炉では省エネのため、煙道に間接式の熱交換器を設置して、燃焼排ガスの顕熱を予熱空気として回収し、燃料の燃焼に使用する方法が一般的であったが、この間接熱交換方式では熱交換器の材質、構造等の面から予熱空気の上限温度が600℃程度に制限されるため、大幅な燃焼火炎温度のアップ、すなわち、被加熱材への放射伝熱量のアップが望めず、従って、被加熱材の急速加熱ができないため、加熱炉がコンパクト化できないという問題点があった。

【0003】 これに対して、最近燃料を高温空気もしくは高濃度酸素の支燃ガスで燃焼して、高温の火炎を発生させ、この高温の火炎で被加熱材を急速加熱する方法が実用化されており、例えば前者の高温空気燃焼による方法では、バーナと蓄熱器を一体とした一対のリジネバーナを交互に切り換え燃焼して、1000℃以上の高温空気を発生させ、この高温空気で燃料を燃焼して高温の火炎を発生させ、被加熱材の急速加熱を行うものであり、後者の高濃度酸素燃焼による方法では、燃料と高濃度の酸素を酸素バーナで燃焼することにより、燃焼ガスを減少して高温の火炎を発生して、被加熱材の急速加熱を行うものである。

【0004】 このように、燃料を高温空気もしくは高濃度酸素の支燃ガスで燃焼して、高温の火炎を発生させる方法では、高温の火炎から被加熱材への放射伝熱量が増加するため、被加熱材の急速加熱により加熱時間が短縮されて、加熱炉がコンパクト化できるという長所を有している反面、燃料を燃焼反応速度が早い、高温空気もしくは高濃度酸素の支燃ガスで燃焼するため、燃焼火炎が高温の短炎となり、この結果、燃焼ガス中のNOx（窒素酸化物）が大幅に増加することに加えて、バーナの軸長方向の炉温分布が不均一となるため、被加熱材が均一に加熱できないという問題点があった。

【0005】 これに対して、例えば図6に示す特開昭5

2

6-82306号公報に示されているような高温焼成炉用低NOxバーナがある。このバーナの特徴は高温燃焼のNOxの抑制を目的とし、これを達成するために図6に示すように、バーナタイル8に1次燃焼室9と2次燃焼室10を異径段違いに設け、燃料ノズル11から供給した燃料を、1次空気ノズル12と2次空気ノズル13から供給した燃焼用空気で2段燃焼を行うものである。すなわち、1次燃焼室9で未燃分を含有した1次燃焼ガスを発生させ、2次燃焼室10でこの1次燃焼ガスと2次空気とで2次燃焼を行い、バーナ内での2段燃焼によって、高温燃焼のNOxの抑制を行うものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記構成のバーナでは、予熱空気温度が従来の600℃以下のNOx低減には有効であるが、最近実用化された予熱空気温度が燃料の着火温度（例えばコークス炉ガスでは約700℃）以上の高温空気バーナや高濃度酸素バーナでは、燃料と支燃ガスの燃焼反応速度が極端に早いいため、バーナによる2段燃焼では、バーナタイル内で燃焼が完了して火炎が高温の短炎となるため、低NOx性と均一加熱性が要求される加熱炉へは適用できないという問題点があった。

【0007】 この問題点を解決する方法として、発明者は既に特開平6-269639号で、加熱炉の炉体側壁に配置した還元燃焼バーナの延長線上の炉体上下部壁に、複数の支燃ガス供給装置を分散配置して、燃料をこの還元燃焼バーナと支燃ガス供給装置で分散燃焼する加熱炉の提案を行っている。

【0008】 本発明は上記提案のより効果的な方法を創案したもので、その目的は燃料を高温空気もしくは高濃度酸素の支燃ガスで燃焼して、被加熱材の急速加熱を行う加熱炉において、NOxの生成を抑制すると同時に、被加熱材の均一加熱に必要なフラットな炉温分布の確保を図った加熱炉の燃焼方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記課題を解決するために次の構成を要旨とする。すなわち、高温空気もしくは高濃度酸素の支燃ガスを使用して、燃料をバーナと炉内吹き込みノズルとで分散燃焼して、被加熱材の加熱を行う加熱炉の燃焼方法において、該炉内吹き込みノズルを、前記バーナの中心軸線上の炉内温度のピーク点近傍に配置し、該炉内吹き込みノズルから、燃焼に必要な燃料もしくは支燃ガスの10～40%を、バーナの下流方向に供給すると共に、残りの支燃ガスをバーナから供給することを特徴とする。

【0010】

【作用】 燃料をバーナと炉内吹き込みノズルとで分散燃焼するため、バーナ火炎の最高温度が低下して、NOxの生成量が減少する。さらに、バーナの中心軸線上の炉内温度のピーク点近傍から、炉内吹き込みノズルで、燃

(3)

特開平8-188822

3

焼に必要な燃料もしくは支燃ガスの10～40%を、バーナの下流方向に吹き込んで燃料の炉内分散燃焼を行ない、この炉内分散燃焼の熱量とバーナ火炎から被加熱材等への放出熱量とがほぼ同一となるようにしてあるため、バーナの軸長方向の炉内温度分布が均一となり、被加熱材が均一に加熱できる。また、支燃ガスとして燃焼反応速度が早い、高温空気もしくは高濃度酸素を使用するため、通常空気バーナの強酸化燃焼もしくは強還元燃焼で問題となる、火炎の失火やススの発生が無い。

【0011】

【実施例】図1は本発明の加熱炉の燃焼方法の実施例を示すサイドバーナ式加熱炉の1ゾーンの平面図で、図2は図1の加熱炉のA-A断面での縦断面図である。図1、2に示すごとく加熱炉のゾーン1の外殻を耐火物の炉体側壁2と炉体上部壁3aおよび炉体下部壁3bで構成し、この炉体側壁2の加熱炉の炉長方向の被加熱材4の上下部に複数のバーナ5を配置して、このバーナ5に燃料と高温空気もしくは高濃度酸素の支燃ガスを配管で供給して、加熱炉のゾーン1内にバーナ火炎6を形成する。

【0012】さらに、このバーナ火炎6の中心部の火炎温度、すなわち、炉内温度のピーク点近傍に配置した炉内吹き込みノズル7から、燃焼に必要な燃料もしくは支燃ガスの10～40%をバーナの下流方向に吹き込んで、加熱炉のゾーン1内で燃料の炉内分散燃焼を行い、バーナ火炎6とこの分散燃焼の火炎とで被加熱材4の加熱を行う。

【0013】すなわち、燃焼に必要な燃料もしくは支燃ガスの10～40%を炉内吹き込みノズル7から、バーナ火炎の下流方向に吹き込むと共に、残りの燃料と支燃ガスをバーナ5から供給するため、燃料の炉内吹き込みでは、バーナ火炎6は多量の過剰酸素を含有した強酸化燃焼炎となり、支燃ガスの炉内吹き込みでは、多量の未燃ガスを含有した強還元燃焼炎となるため、バーナ火炎6の最高温度が低下してNOxの生成が抑制される。

【0014】さらに、バーナの中心軸線上の炉内温度のピーク点近傍から、炉内吹き込みノズルで、燃焼に必要な燃料もしくは支燃ガスの10～40%を、バーナの下流方向に吹き込んで燃料の炉内分散燃焼を行い、この炉内分散燃焼の熱量とバーナ火炎から被加熱材等への放出熱量とがほぼ同一となるようにしてあるため、バーナの軸長方向の炉内温度分布が均一となり、被加熱材が均一に加熱できる。

【0015】また、支燃ガスとして燃焼反応速度が早い、高温空気もしくは高濃度酸素を使用するため、通常空気バーナの強酸化燃焼もしくは強還元燃焼で問題となる火炎の失火やススの発生が無い。

【0016】なお、加熱炉は通常図1に示すようなゾーン1が加熱炉の炉長方向に複数個連続して構成されており、被加熱材4は加熱炉の炉長方向の一側側の装入扉か

4

ら加熱炉内に装入され、ウォーキングビーム等の搬送装置で加熱炉のゾーン1内を移動しながら所定温度まで加熱されて、他端側の排出扉から排出される。

【0017】次に本発明の効果を実験例により説明する。実験は円筒型燃焼実験炉（内径0.8×炉長4.0m）の一側に燃焼器が25万kcal/hの酸素バーナ5を取り付け、炉内吹き込みノズル7を実験炉の側壁測定孔から炉の中心部、すなわち、バーナの中心軸線上に取り付けて実施した。

10 【0018】なお、燃料はCOG（コークス炉ガス、真発熱量4320kcal/Nm<sup>3</sup>）、支燃ガスは純酸素（酸素濃度99.9%以上）とし、燃焼実験炉の炉尻での酸素比（実測酸素量と理論酸素量との比）を1.05として、炉内吹き込み条件（炉内吹き込み流体の種類と量、および、炉内吹き込みノズル7の位置と方向）を種々変えて、炉内温度分布の均一性と低NOx性が両立する最適炉内吹き込み条件を調査した。

【0019】この実験結果の一例を図3～図5に示す。図3は炉内吹き込み比率とバーナ軸長方向の炉長方向の炉内温度偏差との実験例を示すもので、COGの炉内吹き込みの結果を図3の上段に、酸素の炉内吹き込みの結果を図3の下段に示す。

【0020】この結果から判るように、バーナの中心軸線上の炉内温度のピーク点近傍（今回の実験ではバーナから2.0m）から、燃焼に必要なCOGもしくは酸素の10～40%を、バーナの下流方向に吹き込むことにより、バーナの軸長方向の温度偏差すなわち炉内温度分布の均温性が大幅に改善できた。

【0021】また、図4は最適炉内吹き込み条件（バーナから2.0mの炉内温度のピーク点近傍から、バーナの下流方向に吹き込み）での、バーナからの距離と炉内温度比との実験例を示すもので、酸素の炉内吹き込み比率を10～40%の適正比率とすることで、均一加熱に必要なフラットな炉内温度分布が形成できた。なお、図4の縦軸の炉内温度比は、各測定点での実測炉温を炉長方向の平均炉温で除して無次元化したものである。

【0022】図5は炉内吹き込み比率と炉尻でのO<sub>2</sub>、11%換算NOx（以下、換算NOxと略記する）との実験例を示すもので、COGの炉内吹き込みの結果を図5の上段に、酸素の炉内吹き込みの結果を図5の下段に示す。この結果から判るように、炉内吹き込みの無いバーナ単独燃焼では換算NOxが約300ppmであったのに対して、バーナから2.0mの炉内温度のピーク点近傍から、バーナの下流方向にCOGを20%以上吹き込むケースでは、換算NOxを約250ppm以下に低減できた。

【0023】また、バーナから2.0mの炉内温度のピーク点近傍から、バーナの下流方向に酸素を20%以上吹き込むケースでは、換算NOxを100ppm以下に低減できた。このことから、被加熱材の均一加熱性と低N

50

(4)

特開平8-188822

5

6

NOx性の両立が可能な最適炉内吹き込み条件として、バーナの中心軸線上の炉内温度のピーク点近傍から、燃焼に必要な燃料もしくは支燃ガスの10～40%、好ましくは20～30%を、バーナの下流方向に吹き込む条件を選定した。なお、本発明は前記実施例にのみ限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない限り、種々変更を加えることは勿論可能である。

【0024】

【発明の効果】本発明の加熱炉の燃焼方法によれば、

(1) 燃料をバーナと炉内吹き込みノズルとで分散燃焼するため、最高火炎温度が抑制されて、NOxの生成量が減少する。(2) また、バーナと炉内吹き込みノズルとの燃焼比率が適正で、かつ、炉内吹き込みの位置と方向が最適のため、バーナの軸長方向の炉温分布が均一化されて、被加熱材が均一加熱できる。(3) 支燃ガスとして燃焼反応速度が早い、高温空気もしくは高濃度酸素を使用するため、通常空気バーナの強酸化燃焼もしくは強還元燃焼で問題となる火炎の失火やススの発生が無い。等の優れた効果を奏し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の加熱炉の燃焼方法の実施例を示すサイドバーナ式加熱炉の1ゾーンの平面図。

【図2】本発明の加熱炉の燃焼方法の実施例を示す炉幅\*

\*方向の縦断面図。

【図3】炉内吹き込み比率と炉内温度偏差との実験例を示す図表。

【図4】バーナからの距離と炉内温度比との実験例を示す図表。

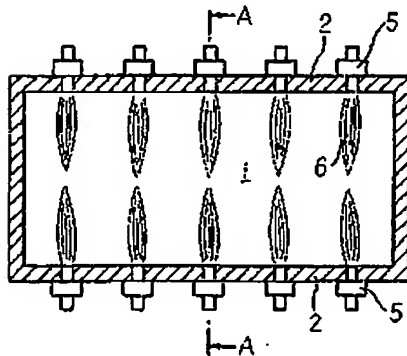
【図5】炉内吹き込み比率とO<sub>2</sub>、11%換算NOxとの実験例を示す図表。

【図6】従来技術を示す高温焼成炉用低NOxバーナの縦断面図。

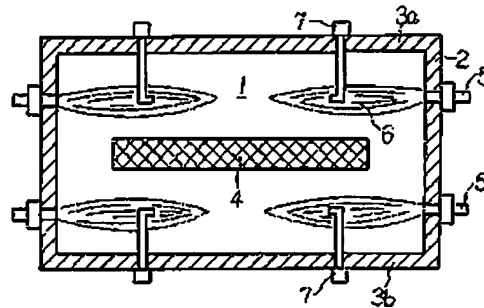
【符号の説明】

- |          |             |
|----------|-------------|
| 1        | ゾーン         |
| 2        | 炉体側壁        |
| 3 a, 3 b | 炉体上部壁、炉体下部壁 |
| 4        | 被加熱材        |
| 5        | バーナ         |
| 6        | バーナ火炎       |
| 7        | 炉内吹き込みノズル   |
| 8        | バーナタイル      |
| 9        | 1次燃焼室       |
| 10       | 2次燃焼室       |
| 11       | 燃料ノズル       |
| 12       | 1次燃焼空気ノズル   |
| 13       | 2次燃焼空気ノズル   |

【図1】



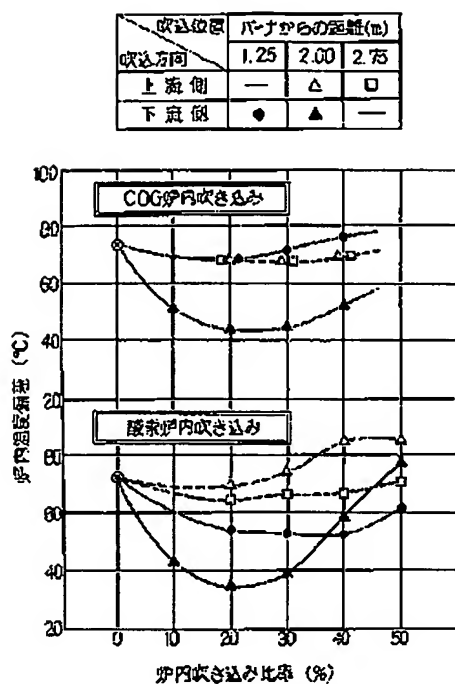
【図2】



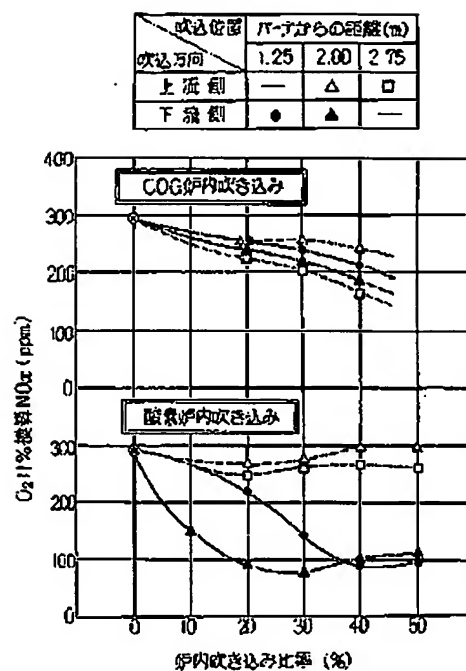
(5)

特開平8-188822

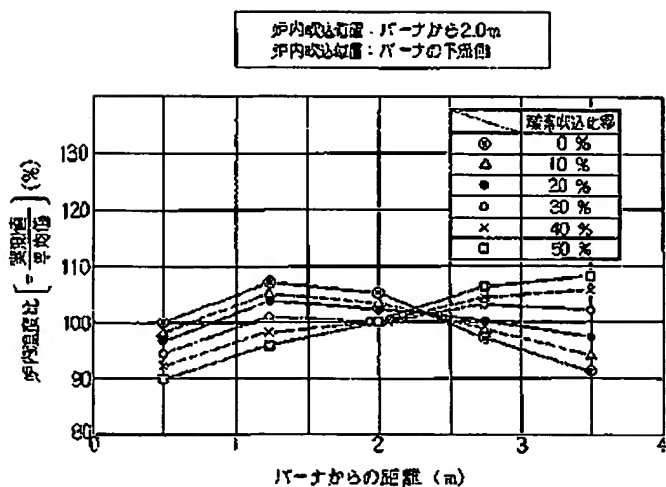
【図3】



【図5】



【図4】



(5)

特開平 8-188822

【図6】

